



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 42 09 336 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 04 B 23/02**  
G 04 C 21/16  
G 04 G 13/02  
A 61 B 5/024  
A 61 B 5/0478  
A 61 B 5/08  
A 61 B 5/11

⑲ Aktenzeichen: P 42 09 336.8  
⑳ Anmeldetag: 23. 3. 92  
㉑ Offenlegungstag: 30. 9. 93

DE 42 09 336 A 1

⑦① Anmelder:  
Knutzen, Sönke, 2000 Hamburg, DE; Helms, Gerd,  
21435 Stelle, DE

⑦④ Vertreter:  
Hauck, H., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing., 80338  
München; Graalfs, E., Dipl.-Ing., 20354 Hamburg;  
Wehnert, W., Dipl.-Ing., 80338 München; Döring, W.,  
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.-Ing., 40474 Düsseldorf;  
Siemons, N., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anwälte, 20354  
Hamburg; Reichert, H., Rechtsanw., 2000 Hamburg

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤④ Verfahren zum selbsttätigen Wecken einer schlafenden Person und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

⑤⑦ Ein Verfahren zum selbsttätigen Wecken einer schlafenden Person, bei dem die REM-Schlafphasen erfaßt und zum Auslösen des Weckvorganges herangezogen werden, soll ein einfacheres und angenehmeres Aufwecken ermöglichen. Hierzu wird der Weckvorgang während einer REM-Schlafphase und vom Erreichen einer vorgegebenen Weckzeit an ausgelöst.

DE 42 09 336 A 1

## Beschreibung

Gegenstand der Erfindung sind ein Verfahren zum selbsttätigen Wecken einer schlafenden Person nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff des Anspruchs 9.

Beim herkömmlichen Wecken wird nach Erreichen einer bestimmten Weckzeit ein Wecksignal ausgelöst. Es ist allgemein bekannt, daß das Aufwecken eine mehr oder weniger große Intensität des Weckreizes voraussetzen und von der auf zuweckenden Person unterschiedlich empfunden werden kann. Je tiefer der Schlaf, desto höher ist die Weckschwelle.

Die Schlafforschung unterscheidet verschiedene Schlafphasen. Demnach werden abwechselnd Phasen von REM- und NREM-Schlaf durchlaufen. Die REM-Stadien sind durch einen höheren Wachheitsgrad bzw. eine geringere Schlafiefe gekennzeichnet und gehen oftmals mit schnellen Augenbewegungen (rapid eye movement) einher. NREM (Non-REM)-Phasen sind Abschnitte des Tiefschlafes und somit eines verringerten Wachheitsgrades. Die verschiedenen Schlafphasen sind beispielsweise mittels EEG, EOG (Elektrooculogramm), Puls- oder Atmungsfrequenz, Blutdruck und Körperbewegung feststellbar (vgl. Physiologie des Menschen, Schmidt/Tews, Seite 169). Speziell der Puls ist in der REM-Schlafphase deutlich erhöht und weist eine vergrößerte Variabilität auf. Ferner ist herausgefunden worden, daß der Mensch in den REM-Phasen verstärkt und in den NREM-Phasen kaum träumt.

Aus der DE-OS 31 02 239 ist schon ein Gerät zum selbsttätigen Wecken einer schlafenden Person bekannt, welches an die verschiedenen Schlafphasen anknüpft. Dafür wird die erste REM-Phase mit elektronischen Mitteln erfaßt, die von zwei Elektroden im Augenbereich und einem damit verbundenen elektronischen Steuergerät gebildet werden. Das Wecksignal wird nach Überschreiten eines Schwellwertes und nachfolgendem Absinken unter denselben sowie Ausbleiben eines weiteren Spannungsanstiegs während eines vorgegebenen Zeitintervalls, d. h. in der NREM- nach der REM-Phase ausgelöst. Dies soll ein Wecken im Anschluß an einen Traum in einer Phase bewirken, in der sich die Person noch gut an den Traum erinnern kann. Das Aufwecken ist jedoch ausschließlich an das Auftreten der ersten REM-Phase gekoppelt und wird nicht nach Ablauf einer vorbestimmten Weckzeit erreicht.

Davon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, Verfahren und Vorrichtung so zu verbessern, daß stets ein einfaches und als angenehmer empfundenes Wecken nach einer vorgegebenen Weckzeit erreicht wird.

Die Lösung dieser Aufgabe ist in den Ansprüchen 1 und 9 angegeben.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß für die Verfassung der aufgeweckten Person nicht die Schlafdauer die vermutete entscheidende Bedeutung hat, sondern die Schlafphase, in der sich der Mensch beim Aufwecken befindet. So ist in den REM-Abschnitten ein Aufwecken einfach möglich und wird vom Menschen als relativ angenehm empfunden, während in den NREM-Phasen das Gegenteil der Fall ist. Erfindungsgemäß wird also der Weckvorgang ausgelöst, wenn eine REM-Phase vorliegt und die vorgegebene Weckzeit abgelaufen ist. Somit erfolgt das Aufwecken gerade dann, wenn sich die schlafende Person in einem optimalen Zeitpunkt für das Wecken befindet. Der Weckreiz

braucht dann nicht besonders intensiv zu sein und das Wecken wird von der betroffenen Person als angenehm empfunden. Zugleich wird die verfügbare Schlafdauer weitgehend ausgenutzt. Die Person befindet sich sodann in einer viel günstigeren Verfassung, als wenn sie aus einem Tief schlaf-Abschnitt aufgeweckt worden wäre.

Es ist möglich, daß das Erreichen der vorgegebenen Weckzeit nicht mit einer REM-Schlafphase zusammenfällt. Deshalb sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, daß der Weckvorgang in einer vorgegebenen Zeitspanne vor und/oder nach der vorgegebenen Weckzeit ausgelöst werden kann, wenn darin eine REM-Schlafphase festgestellt wird. Die Zeitspanne kann so vorgegeben werden, daß mit Sicherheit eine REM-Phase in sie hineinfällt, die sich mit einer Zykluszeit von typischerweise 90 bis 100 Minuten über eine Dauer von jeweils etwa 10 bis 50 Minuten erstreckt. Wenn der Weckvorgang nach einer Ausgestaltung spätestens beim Erreichen der vorgegebenen Weckzeit ausgelöst wird, wird diese auf jeden Fall eingehalten.

Beim Wecken während einer vorgegebenen Zeitspanne ist der Weckzeitpunkt verhältnismäßig unbestimmt und die zur Verfügung stehende Schlafdauer wird noch nicht optimal ausgenutzt. Eine vorteilhafte Weiterbildung sieht deshalb vor, daß die Zykluszeit der REM-Schlafphasen ermittelt und die Weckzeit mit einer REM-Phase zur Deckung gebracht wird. Die Zykluszeit von REM- zu REM-Schlafphase ist individuell etwa konstant und kann während vorausgehender Nächte oder Schlafabschnitte ermittelt werden. Einschlafzeitpunkt bzw. Weckzeit können dann von vornherein so gewählt werden, daß eine optimale Ausnutzung der Schlafzeit erreicht wird.

Bevorzugt wird hierzu eine REM-Phase durch Beeinflussen der Lage der Schlafphasen mit der vorgegebenen Weckzeit zur Deckung gebracht. So ist es durch Schlafunterbrechung möglich, die Lage der Schlafphasen zu verschieben. Es ist nämlich zu erwarten, daß das Einschlafen stets mit derselben Phasenlage einhergeht, die somit auf den Zeitpunkt der Schlafunterbrechung gelegt werden kann. Durch geeignete Wahl des Unterbrechungszeitpunktes kann eine REM-Phase auf die Weckzeit "geschoben" werden. Wenn die Schlafunterbrechung während einer NREM-Schlafphase erfolgt, wird sie vom Menschen kaum wahrgenommen und führt zu einem schnellen Wiedereinschlafen.

Bevorzugt werden die Schlafphasen anhand der Augenbewegung, der Hirnströme, der Herzschlagfrequenz, der Atemfrequenz, der Körper- bzw. Kopftemperatur, der Körperbewegung und/oder des Stoffwechselaufwandes erfaßt.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Steuereinrichtung mit einer Eingabeeinrichtung wie einem Taster für die Weckzeit verbunden und köst beim Vorliegen von Sensorsignalen für eine REM-Schlafphase und vom Erreichen der Weckzeit an die Weckeinrichtung aus. Dieselbe oder eine weitere Eingabeeinrichtung kann auch für die Vorgabe einer Zeitspanne mit der Steuereinrichtung verbunden sein, wobei letztere die Weckeinrichtung beim Vorliegen der Sensorsignale für eine REM-Schlafphase und vom Erreichen der Zeitspanne für die Weckzeit an ausköst.

Die Steuereinrichtung der Vorrichtung arbeitet bevorzugt programmgesteuert und ist hierzu als Mikrocontroller ausgeführt.

Bei einer praktischen Ausführung kann der Sensor ein Pulssensor in Form eines Armbandes, Bruststringes, Ohrclips oder dgl. sein. Hierdurch wird ein für den

Schlafzustand aussagekräftiges Signal auf besonders einfache Weise gewonnen.

Für den Anwender besonders bequem ist die Vorrichtung in Form einer Armbanduhr, welche den Sensor im Armband oder Uhrehgehäuse und im letzteren Steuer- sowie Weckeinrichtung integriert haben kann. Außerdem können die Signale drahtlos vom Sensor an die Auswerteinrichtung bzw. von dieser an die Werkeinrichtung weitergeleitet werden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Diagrammen verdeutlicht, die jeweils den Verlauf der Schlafstadien (Ordinate) über eine Nacht hinweg (Abszisse) zeigen. Zur Kennzeichnung der Schlafstadien kann die Pulsfrequenz dienen.

In Fig. 1 ist der Verlauf der Schlaftiefe ST während einer Nacht angegeben. ST1 entspricht REM- und ST3 bis 4 NREM-Phasen. Als Weckzeit ist tw 7.15 Uhr eingestellt. Ferner ist eine Zeitspanne tz von 20 Minuten vorgegeben, so daß die effektive Weckzeit zwischen 6.55 Uhr und 7.15 Uhr variieren kann. Während des Schlafes wird ein Durchschnittswert des Pulses über eine bestimmte Zeitspanne von beispielsweise 1 Minute gebildet. Aufgrund eines Vergleichs der Durchschnittswerte werden die REM-Schlafphasen mit erhöhtem und variablerem Puls erkannt. Kommt die schlafende Person zwischen 6.55 Uhr und 7.15 Uhr in eine REM-Schlafphase, wird während tREM der Weckvorgang ausgelöst. Dies kann zu einem späten Zeitpunkt der REM-Phase erfolgen, beispielsweise wenn diese abklingt. Spätestens jedoch wird die Person um 7.15 Uhr geweckt, insbesondere wenn zwischen 6.55 und 7.15 Uhr keine REM-Schlafphase gemessen wird.

Fig. 2 veranschaulicht eine Beeinflussung der Schlafphasen, so daß zur eingestellten Weckzeit tw automatisch eine REM-Schlafphase erreicht wird. Das zyklische Auftreten von REM- und NREM-Schlafphasen ermöglicht nämlich, die nächsten REM-Schlafphasen in ausreichender Genauigkeit vorauszuberechnen. Dafür können aus den Messungen vergangener Nächte die individuellen Zykluszeiten tzykl gespeichert und für die Berechnung der REM-Schlafphasen herangezogen werden. Deckt sich die erwünschte Weckzeit tw nicht mit einer errechneten REM-Schlafphase (ausgezogene Kurve), wird der Mensch durch einen Alarm aus seinem Schlafzyklus geholt. Die Zyklusunterbrechung erfolgt nach Möglichkeit unterbewußt oder zu einem Zeitpunkt tu, in dem die Person sehr schnell wieder einschlft (NREM-Phase). Die Schlafunterbrechung erfolgt zeitlich so, daß sich die eingestellte Weckzeit tw mit der REM-Schlafphase deckt (gestrichelte Kurve) und ein Wecken zur gewünschten Zeit in einer zum aufstehen optimalen Schlafphase erfolgen kann. Zur grafischen Verdeutlichung wird angenommen, daß der Beginn des Wiedereinschlafens mit dem Ende einer NREM-Phase zusammenfällt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum selbsttätigen Wecken einer schlafenden Person, bei dem die REM-Schlafphasen erfaßt und zum Auslösen des Weckvorganges herangezogen werden, dadurch gekennzeichnet, daß der Weckvorgang während einer REM-Schlafphase und vom Erreichen einer vorgegebenen Weckzeit an ausgelöst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Weckvorgang während einer REM-Schlafphase und in einer vorgegebenen Zeit-

spanne und/oder nach der vorgegebenen Weckzeit ausgelöst wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Weckvorgang spätestens beim Erreichen der vorgegebenen Weckzeit ausgelöst wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Zykluszeit der REM-Schlafphasen ermittelt und die Weckzeit mit einer REM-Schlafphase zur Deckung gebracht wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine REM-Schlafphase durch Beeinflussen der Lage der Schlafphasen mit der vorgegebenen Weckzeit zur Deckung gebracht wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage der Schlafphasen durch Schlafunterbrechung beeinflußt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die NREM-Schlafphasen erfaßt werden und die Schlafunterbrechung während einer NREM-Schlafphase erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß aufgrund der Zykluszeit bei gegebener Weckzeit mindestens eine Einschlafzeit vorgeschlagen wird, die eine Deckung der Weckzeit mit einer REM-Schlafphase bewirkt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß aufgrund der Zykluszeit bei gegebener Einschlafzeit mindestens die Weckzeit vorgeschlagen wird, die sich mit einer REM-Phase deckt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlafphasen anhand der Augenbewegung, der Hirnströme, der Herzschlagfrequenz, der Atemfrequenz, der Körper- bzw. Kopftemperatur, der Körperbewegung und/oder des Stoffwechselaufwandes erfaßt werden.

11. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mit einem Sensor zum Erfassen der Schlafphasen, einer damit gekoppelten Steuereinrichtung zum Auswerten der Sensorsignale und zum Auslösen einer Weckeinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung mit einer Eingabeeinrichtung für die Vorgabe einer Weckzeit verbunden ist und die Weckeinrichtung beim Vorliegen der Sensorsignale für eine REM-Schlafphase von Erreichen der Weckzeit an auslöst.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung mit einer weiteren Eingabeeinrichtung zur Vorgabe einer Zeitspanne verbunden ist und die Weckeinrichtung während einer REM-Schlafphase und vom Erreichen der Zeitspanne vor der Weckzeit an auslöst.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung programmgesteuert ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor ein Pulssensor in Form eines Armbandes, Bruststringes, Ohrclips oder dergleichen ist.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß sie als Armbanduhr ausgebildet ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorsignale

drahtlos, insbesondere über Funk, in die Auswerteeinrichtung oder von der Auswerteeinrichtung in die Weckeinrichtung übertragen werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

